ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

Este documento ha sido revisado como se indica a continuación y se describe en el registro de revisión. Favor eliminar cualquier revisión anterior.

Rev. N°	Fecha	Nombre e Iniciales del Autor	Revisado/ Chequeado por Nombre e Iniciales	Descripción/Emisión
A	01-09-10	Cristian Montecinos CM	Pamela Pérez PM	Coordinación Interna

APROBACIONES	**FIRMAS**	**FECHA**
Ingeniero Líder:	Pamela Pérez	01/09/10
Gerente de Área:	Eduardo Ocharán / Javier Pérez / Jorge Lienlaf / Enzo Schiaraffia ☒A. Seca ☒Concen-tradora ☒SX-EW Dist ☒Infraest.	
Gerente de Ingeniería:	Héctor Sepúlveda	
Representante del Cliente:		

EMITIDO PARA : ☐ Diseño ☐ Construcción ☒ Otro Coordinación Interna

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

Tabla de Contenidos

1.0 GENERAL 3

2.0 REQUISITOS 4

3.0 EJECUCIÓN 7

4.0 CONTROL DE CALIDAD 10

5.0 MEDICIONES DE CUBICACION 13

6.0 LIMPIEZA FINAL 13

7.0 ANEXOS 13

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

1.0 GENERAL

1.1 Alcance

Esta Especificación describe los requerimientos para la fabricación, aplicación y terminación, de hormigón proyectado en los lugares indicados en los planos y/o documentos, o según se indique en terreno, del Proyecto Caserones, de Minera LUMINA COPPER CHILE, en adelante MLCC.

Esta especificación se aplica a hormigones proyectados nuevos o a reparación de hormigones proyectados existentes.

1.2 Especificaciones relacionadas

B2CA-0000-15-SP-001	Especificación Técnica – Hormigón

1.3 Terminología

Propietario	:	Minera Lumina Copper Chile, MLCC.
Supervisión	:	El Propietario o su representante para los efectos de supervisión de los trabajos.
HSE	:	Programa de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, Preparado por Fluor para el proyecto.
Contratista	:	Es la entidad contratada por el Propietario para ejecutar los trabajos conforme a la presente especificación.

1.4 Normas y códigos aplicables

INN	Instituto Nacional de Normalización, Chile: Normas NCh.
ASTM	American Society of Testing and Material.
ACI	American Concrete Institute.

Para el desarrollo de estas faenas se deberá respetar además, las Normas de seguridad de HSE del Propietario.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

2.0 REQUISITOS

2.1 Condiciones generales

El Hormigón Proyectado podrá ser por mezcla seca o mezcla húmeda, y deberá cumplir con lo estipulado en ACI 506R-05 Guide to Shotcrete y ACI 506.2-95 Specification for Shotcrete.

La resistencia característica a compresión a los 28 días del hormigón proyectado (fc'), deberá ser superior a 250 kg/cm2. Si se usaran aditivos aceleradores de fraguado, la resistencia de 250 kg/cm2 debe ser obtenida a los 7 días de ser proyectado.

2.1.1 Materiales

1. Cemento

Se empleará cemento de fabricación nacional, de grado alta resistencia, que cumpla con los requisitos de NCh 148, en cuanto a clases, grados, propiedades químicas, físicas y mecánicas. Se deberá cumplir además, con los requisitos del capítulo 6.2 de NCh 170.

La mezcla seca deberá contener un mínimo de 400 kg y un máximo de 450 kg de cemento por metro cúbico de agregado, produciéndose la mezcla con los áridos en seco, antes de cargarse en la máquina de impulsión.

2. Agregados

La granulometría de los agregados deberá clasificar como arena media normal (N°1) o areana gruesa (N°2) según NCh163, tales tipos granulométricos se indican en la siguiente tabla:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
ASTM	(mm)	N° 1	N° 2
1”	(25)	-	-
¾"	(20)	-	-
½”	(12,5)	-	-
3/8”	(10)	100	100
#4	(5)	95-100	75-90
#8	(2,5)	80-100	55-80
#16	(1,25)	50-85	35-60
#30	(0,63)	25-60	22-40
#50	(0,315)	10-30	12-25
#100	(0,16)	2-10	3-10

Tabla N°1 Posibles Granulometrías

El Contratista escogerá una banda granulométrica la cuál será aprobada por escrito por la Supervisión, sin embargo se recomienda usar la banda N° 1 para minimizar el rebote y facilitar la terminación y aplicación en espesores delgados.

La banda elegida no podrá ser cambiada por otra sin previa autorización por escrito de la Supervisión.

Los áridos deberán tener una humedad entre un 3% y 6%.

Se debe cumplir además, con los requisitos establecidos en la tabla 1 de NCh163.

3. Agua

El agua a emplear en la confección del hormigón proyectado deberá cumplir con los requisitos estipulados en la norma chilena NCh1498.

La razón en peso de agua-cemento a aplicar será como mínimo de 0.30, pero nunca mayor a 0.45.

4. Aditivos

Se podrán emplear aditivos aceleradores de fraguado siempre y cuando lo apruebe la Supervisión.

La dosificación de los aditivos así como su modo de empleo será establecida de acuerdo a las instrucciones del fabricante y ensayos de aptitud efectuados por el Contratista y aprobadas por la Supervisión.

5. Aire incorporado

Con el fin de asegurar el buen comportamiento del hormigón proyectado frente a ciclos de hielo-deshielo, se deberá considerar un 7% de aire incorporado en la mezcla, esto se logrará a través del uso de aditivos.

6. Dosificación y mezcla

Todos los ingredientes del hormigón proyectado, incluyendo el agua, se deberán mezclar en forma completa y uniforme en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido en los frentes de trabajo.

Todo el hormigón que no cumpla con los requisitos de resistencia será removido y reemplazado, costos que serán por cargo del Contratista.

7. Malla de Acero

Como acero de refuerzo se utilizará malla de acero electrosoldada, sin galvanizar, de calidad AT56-50H según norma NCh 1173Of.77, según se indique en los planos.

8. Anclajes

Se utilizarán piezas especiales para anclar, apoyar o espaciar el acero de refuerzo del hormigón proyectado. Se utilizará anclaje en todas aquellas zonas especificadas en los Planos del Proyecto y tendrán las características y las calidades allí indicadas.

2.1.2 Equipo

El equipo utilizado en el hormigón proyectado debe cumplir con lo estipulado en ACI 506.

Se usará un equipo suministrador de aire que entregue aire sin contaminación por aceites o similares y que sea capaz de mantener una presión de aire constante.

Durante la proyección se usará una hormigonera por cargas (batch mixing) para asegurar la uniformidad de la mezcla.

El equipamiento estará sujeto a la aprobación de la Supervisión. El Contratista proveerá paneles de muestras y/o testigos adicionales si así lo requiriese la Supervisión, para demostrar el correcto funcionamiento del equipamiento propuesto.

3.0 EJECUCIÓN

3.1 Preparación de superficie

Cuando el hormigón proyectado se aplique contra terreno, el área a ser cubierta deberá perfilarse y terminarse a las dimensiones mostradas en los planos o indicados por la Supervisión.

Antes de lanzar el hormigón proyectado, se debe estabilizar todo el sector de trabajo, lavar las superficies en el área de aplicación con un chorro de aire y/o agua, remover el polvo, suciedad y material suelto que impidan una buena adherencia a la superficie.

El área deberá ser humedecida y cuidadosamente compactada hasta formar una cimentación firme. Previo a la aplicación del hormigón proyectado, se asegurará que la superficie contiene la humedad necesaria para facilitar la adherencia y prevenir la pérdida prematura del agua de la mezcla.

Se deberán usar alambres, estacas y guías maestras para establecer espesor, planos de superficie y líneas de terminación, en donde sea necesario.

Las áreas sobre las cuales se vaya a aplicar hormigón proyectado, no deberán tener agua libre en su superficie pero deberán tener la humedad suficiente indicada anteriormente.

En caso de existir alumbramientos de agua o similares que puedan afectar el hormigón proyectado, deberá utilizarse barbacanas para aliviar la presión hidrostática.

3.2 Armadura de refuerzo

En todos los sectores que consulten uso de Hormigón Proyectado se colocará acero de refuerzo, salvo indicación contraria en los Planos del Proyecto.

Como acero de refuerzo mínimo, si no se indica en los planos, se colocará una malla de acero electrosoldada inserta en el Hormigón Proyectado, del tipo Acma C139 o similar. El traslape mínimo para esta malla será de 300 mm.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

La armadura de refuerzo se colocará sobre una capa de Hormigón Proyectado de 3 cm aplicada previamente, y se anclará al terreno mediante pernos roca con planchuela y tuerca.

Las mallas se colocarán siguiendo lo más ajustadamente posible el contorno de la superficie, de modo que la distancia entre ambas varíe hasta un máximo de 100 mm. Previa su fijación, la malla debe ser sacudida manualmente con el fin de eliminar restos de materiales no deseables ubicados entre la malla y la superficie a hormigonar. La malla debe quedar firme de modo que no vibre durante la colocación del hormigón proyectado; deberá estar en buen estado, limpia y libre de óxido.

El recubrimiento de hormigón no deberá ser inferior a 25 mm, incluyendo los elementos metálicos de fijación colocados. La malla debe quedar cubierta en su totalidad por el hormigón proyectado.

Los anclajes tendrán las características indicadas en los planos del Proyecto, dependiendo de la superficie a hormigonar y del tipo, peso y geometría del acero de refuerzo. Tendrán un espaciamiento máximo de 900 mm para pisos, 600 mm para superficies verticales e inclinadas y 450 mm para techos.

Para diseñar el tamaño y espaciamiento del anclaje se verificará que soporte las cargas de arranque (pullout) y corte.

La colocación de anclajes será sistemática o eventual. Los anclajes sistemáticos, definidos en los planos, deben colocarse en forma regular en un sector de la superficie o zona de trabajo. Sin embargo, la Supervisión podrá ordenar modificar la separación o la distribución de los anclajes, de acuerdo a las características y calidad de la superficie a hormigonar.

Todos los anclajes rechazados deberán ser reemplazados.

3.3 Medición y Mezclado

Previo al inicio de la faena deben chequearse los materiales disponibles. El cemento debe ser fresco, sin grumos, ni durezas. El árido debe estar limpio, separado en fracciones cuando corresponda, y con una humedad pareja. Los equipos deben estar correctamente instalados, limpios, calibrados y con su mantención al día.

Los materiales deben medirse en peso, lo que puede obtenerse mediante una planta central de premezclado. El mezclador debe distribuir el cemento homogéneamente, envolviendo completamente los áridos. Una indicación visible de la calidad del mezclado es la ausencia de variaciones de color en la mezcla.

La mezcla deberá colocarse tan pronto como sea posible después del mezclado, como se indica en el capítulo 3.4 “Colocación”.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

3.4 Colocación

Idealmente, la aplicación del hormigón proyectado se hará en capas sucesivas de 25 mm de espesor, esperando el tiempo necesario para permitir el endurecimiento de la capa colocada precedentemente. Este espesor podrá ser modificado por la Supervisión, a solicitud del Contratista, en función del comportamiento al deslizamiento o desprendimiento de la mezcla fresca, y el cumplimiento de la resistencia final especificada. Sin embargo, cada capa de hormigón proyectado no podrá tener más de 40 mm de espesor. El espesor total, definido como la suma total de las capas de hormigón aplicadas, no deberá ser inferior a 50 mm y deberá cumplir con lo exigido en los planos del proyecto.

La velocidad de proyección y el ángulo de incidencia con la superficie, deberán mantenerse uniformes y en una disposición determinada por las condiciones del trabajo, de manera de producir un mínimo de rebote. El ángulo de incidencia de la boquilla sobre la superficie a hormigonar deberá mantenerse siempre en 90°. En general, la distancia entre la boquilla y la superficie de aplicación debe ser de 1 a 2 m.

Deberá mantenerse una presión constante no menor de 3,00 kg/cm2 en el equipo proyector, para longitud de manguera de 30 metros o menores; esta presión deberá ser incrementada en 0,35 kg/cm2 por cada 15 metros o fracción adicionales de manguera.

El agua para hidratar en la boquilla (mezcla seca) debe mantenerse a una presión uniforme, la cual no deberá ser menor que 1,00 kg/cm2 ni mayor que la presión de aire del equipo neumático.

Los materiales que se hayan mantenido mezclados por más de 15 minutos y no hayan sido incorporados al trabajo, no deberán ser usados, salvo autorización expresa de la Supervisión. El Contratista deberá proponer para la aprobación de la Supervisión, el tipo y cantidad de aditivo acelerador de fraguado a usar. Este aditivo será agregado a la mezcla en seco.

No se aplicará hormigón proyectado cuando la temperatura ambiente en el área de trabajo descienda de 5°C, o cuando la superficie de aplicación se encuentre congelada. Una vez que se superen estas condiciones, se permitirá aplicar la mezcla, cautelando que se elimine cualquier traza de material congelado o restos de nieve o hielo adheridos a la base o al refuerzo.

Idealmente, la temperatura del hormigón proyectado será mantenida entre 10° y 38° C durante todas las fases del proceso de instalación.

No se aplicará hormigón proyectado cuando la temperatura del acero de refuerzo y/o la superficie receptora se encuentre sobre los 38° C. Se bajará la temperatura en ellos a menos de 38° C antes de aplicar el hormigón.

3.5 Rebote

El rebote recuperado no podrá ser utilizado como agregado.

3.6 Terminación

Después que el hormigón proyectado haya sido colocado, la superficie debe ser revisada con una regla y cualquier depresión deberá ser perfilada a su verdadero nivel, colocando hormigón adicional, de tal manera que la superficie terminada quede razonablemente lisa y uniforme.

Las áreas sueltas de hormigón proyectado deberán ser removidas y reemplazadas.

El hormigón proyectado debe ser curado y protegido manteniéndolo continuamente húmedo y a una temperatura por sobre los 5° C durante 7 días.

En las primeras horas, puede aplicarse el agua en forma de neblina mediante pulverizadores, o bien sellar la superficie con un compuesto de curado que forme membrana sobre la mezcla fresca, previa aprobación de la Supervisión.

4.0 CONTROL DE CALIDAD

Se preparará un panel de prueba de madera, de 60x60 cm. de superficie y mínimo 10 cm. de espesor, por cada mezcla hecha, día de trabajo o 40 m^3 de material proyectado, la que resulte menor entre las tres.

Si el trabajo es realizado por más de un operador, el panel será preparado por el mismo operador de turno.

Se fecharán y numerarán los paneles en orden consecutivo. Al mismo tiempo que el panel es preparado, se archivarán e incluirán en el reporte del ensayo, los siguientes datos:

- Número del panel.
- Fecha de preparación del panel.
- Lugar de la obra.
- Nombre del operador y del supervisor.

Los paneles se almacenarán bajo arena húmeda durante 24 horas como mínimo inmediatamente después de su preparación. Deberá prevenirse cualquier vibración o impacto durante este período crítico.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

Después del almacenamiento inicial, se guardarán los paneles en bolsas selladas de polietileno, u otro material resistente, de manera tal que el panel se mantenga húmedo y a una temperatura de 21±3°C hasta que sea enviado al Laboratorio, donde será ensayado, por cargo del Contratista.

Se extraerán tres testigos de cada panel de acuerdo a norma ASTM C1140 o de acuerdo a norma ASTM C42 si se extrajera del hormigón proyectado sobre el terreno. Los testigos tendrán una razón de forma H/D (espesor/diámetro) entre 1,9 y 2,1, siendo el diámetro de la muestra a lo menos 3 veces mayor al tamaño máximo del agregado grueso; relaciones H/D menores a la indicada implica realizar correcciones al resultado del ensayo de compresión según indica la norma ASTM C 42.

Previo al ensayo, los testigos que incluyan acero de refuerzo se graduarán de acuerdo a la siguiente escala:

- Grado 1: El testigo de hormigón proyectado es sólido; no presenta estratos, áreas arenosas ni huecos. Se acepta y considera normal si el testigo presenta huecos de aire pequeños, diámetro máximo de 3 mm y largo máximo de 6 mm. Las bolsas de arena o huecos continuos detrás de una barra de acero se consideran inaceptables. Las superficies que enfrentan el moldaje y el plano de las trabas deben ser sanas y sólidas.

- Grado 2: El testigo de hormigón proyectado no presenta más de dos estratos o áreas arenosas con dimensiones mayores a 3 mm de espesor y 25 mm de largo. Los huecos no tendrán un alto, ancho o profundidad mayor a 9,5 mm. Las áreas porosas detrás de las barras de acero no excederán los 12 mm en sus dimensiones, excepto que sea a lo largo de la barra. Las superficies que enfrentan el moldaje y el plano de las trabas deben ser sanas y sólidas, sin presentar textura arenosa ni huecos.

- Grado 3: El testigo de hormigón proyectado no presenta más de dos estratos o áreas arenosas con dimensiones mayores a 4,5 mm de espesor y 32 mm de largo y el mayor de los huecos, bolsón de arena o estrato contaminado con arena suelta que exceda los 16 mm de espesor y 32 mm de ancho. Las superficies que enfrentan el moldaje y el plano de las trabas pueden ser arenosas con huecos rellenados, de una profundidad máxima de 1,6 mm.

- Grado 4: El testigo cumple en general con los requisitos de Grado 3 o puede tener dos defectos mayores a los descritos para Grado 3 o presentar un defecto con una dimensión máxima de 25 mm perpendicular a la cara del testigo con un ancho máximo de 38 mm. Si el extremo de este testigo corresponde al área proyectada contra el moldaje puede ser arenoso y contener huecos rellenados con un profundidad de 3,0 mm.

- Grado 5: Si el testigo no cumple con ninguno de los criterios anteriores (1 a 4) será calificado como Grado 5 por ser de baja calidad.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

La graduación anterior está basada en testigos con superficie de 315 cm^2. Se deben ajustar los defectos admisibles proporcionalmente al área real para testigos con superficies diferentes a 315 cm^2.

Se determinará el grado del hormigón proyectado correspondiente a la zona en análisis por el promedio de al menos tres testigos.

4.1 Criterio de rechazo de muestras, por graduación

La partida en análisis será rechazada si su graduación (promedio de testigos asociados) resulta ser mayor o igual a 2,5 o si uno de los testigos posee un grado mayor que 3.

4.2 Criterio de rechazo de muestras, por resistencia

Se considerará que el área asociada a los testigos ensayados aprueba el requisito de resistencia cuando la resistencia característica de la prueba, definida como el promedio de la resistencia de tres testigos ensayados a los 28 días de edad, sea mayor o igual a 0,85•fc' (212,5 kg/cm^2) y ningún testigo resulte con una resistencia menor a 0,75•fc' (187,5 kg/cm^2).

En particular, para hormigones proyectados en los que se utilice aditivo acelerador de fraguado, la resistencia característica especificada en el párrafo anterior para los testigos, deberá ser alcanzada a los 7 días.

4.3 Criterio de rechazo de muestras por espesor

La Supervisión dirigirá el muestreo para el espesor del hormigón proyectado. Las muestras de terreno no serán más de 2 por cada 500 m2 de superficie hormigonada. El promedio de los espesores de los dos puntos muestreados será el espesor promedio de los 500 m2.

Se aceptará el hormigón proyectado que cumpla con los requisitos de los tres criterios anteriores (4.1, 4.2 y 4.3).

Se aceptará el hormigón proyectado que haya fallado previamente en uno o más criterios (4.1, 4.2 y 4.3), pero que haya sido satisfactoriamente reparado para cumplirlos.

Se rechazará el hormigón proyectado que habiendo fallado en cumplir con uno o más de los criterios (4.1, 4.2 y 4.3), no sea posible lograr que cumpla con ellos.

Se deberá reponer todo el hormigón proyectado, sobre el o las áreas rechazadas. Así mismo, se indicará a la Supervisión las modificaciones correspondientes a las dosificaciones ensayadas o a las condiciones de aplicación.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA HORMIGÓN PROYECTADO

El hormigón proyectado deberá revisarse periódicamente, visualmente y con golpes de martillo, con el propósito de detectar zonas sueltas provocadas por “nidos”, acumulación de material de rechazo, oquedades por falta de adherencia y zonas agrietadas. Las zonas sueltas, desprendidas o con otros defectos deberán ser picadas, removidas cuidadosamente y reemplazadas por hormigón proyectado fresco.

Los vacíos de los testigos deberán repararse de acuerdo a ACI 301,o por un procedimiento propuesto por el Contratista y aprobado por la Supervisión. Estos vacíos no se rellenarán con proyección de hormigón.

5.0 MEDICIONES DE CUBICACION

El hormigón proyectado será medido por metro cúbico de acuerdo a las dimensiones mostradas en los planos sin considerar sobreexcavación ni socavaciones.

6.0 LIMPIEZA FINAL

Luego de completar las obras, se deberá realizar una limpieza general, retirando del lugar de trabajo todos los materiales resultantes de la ejecución de las obras.

7.0 ANEXOS

No Aplica

Fin de la Especificación